

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-086782

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.CI.

H02P 6/06

(21)Application number : 11-257031

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 10.09.1999

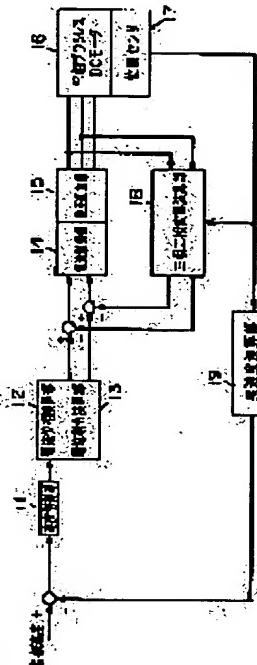
(72)Inventor : SATO RYOJI  
ITO YOSHITERU

## (54) CONTROL METHOD OF BRUSHLESS DC MOTOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To drive a brushless DC motor with high efficiency, regardless of the load when the rotation of the brushless motor is controlled.

**SOLUTION:** A current command value, calculated by a speed control unit 11 and the motor constants of a brushless DC motor, i.e., a d-axis inductance, q-axis inductance, torque constant and the number of pairs of poles, are used and a current phase calculating unit 12, which calculates a current phase with which a torque generated by the brushless DC motor shows a maximum value, is provided to make the armature current of the brushless DC motor converge to a minimum value, regardless of the load, and the brushless motor is driven with high efficiency.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-86782

(P2001-86782A)

(43)公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51)Int.Cl.<sup>1</sup>

H 0 2 P 6/06

識別記号

F I

H 0 2 P 6/02

テマコト<sup>®</sup>(参考)

3 2 1 Z 5 H 5 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平11-257031

(22)出願日 平成11年9月10日 (1999.9.10)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 佐藤 充次

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 伊藤 義照

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

Fターム(参考) 5H560 BB04 BB12 DA01 DC01 DC12

EB01 GG04 XA02 XA04 XA13

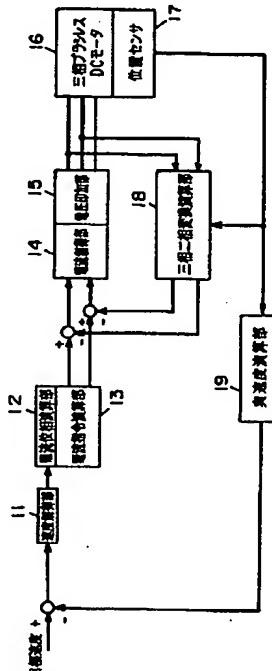
XA20

(54)【発明の名称】 ブラシレスDCモータの制御方法

(57)【要約】

【課題】 ブラシレスDCモータを回転制御する際、いかなる負荷においても高効率で駆動することを目的とする。

【解決手段】 速度制御部11から演算される電流指令値と、ブラシレスDCモータのd軸インダクタンスとq軸インダクタンスとトルク定数と極対数というモータ定数を用いて、前記ブラシレスDCモータの発生トルクが最大となる電流位相を演算する電流位相演算部12を設けることによって、いかなる負荷においても、前記ブラシレスDCモータの電機子電流が最小となるところに収束し前記ブラシレスDCモータを高効率で駆動する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 目標速度と位置センサから演算される三相ブラシレスDCモータの実速度との速度偏差により、前記三相ブラシレスDCモータの電流指令値を演算する速度制御部を用いる制御方法において、前記三相ブラシレスDCモータの電流指令値に対して、前記電流指令値と予め測定された前記三相ブラシレスDCモータのd軸インダクタンスとq軸インダクタンスとトルク定数と極対数とから、前記三相ブラシレスDCモータの発生トルクが最大となる電流位相を演算することを特徴とする三相ブラシレスDCモータの制御方法。

**【請求項2】** 請求項1記載の三相ブラシレスDCモータの制御方法であって、位置センサから演算される実速度の変わりに、モータの各巻線に流れる電機子電流を電流センサにて等時間間隔で検出した検出電流値と、予め測定された前記三相ブラシレスDCモータのモータ定数を用いて前記三相ブラシレスDCモータをモデル化したものより演算されたモデル電流との誤差により、前記三相ブラシレスDCモータの回転子の推定位置と推定速度起電力を演算し、該推定速度起電力より推定速度を演算し、前記推定速度を用いて前記請求項1に記載された前記速度制御部を使用することを特徴とする三相ブラシレスDCモータの制御方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、三相ブラシレスDCモータを駆動する際に発生する銅損を、いかなる負荷の場合においても最小とすることでモータを高効率で駆動する制御方法に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 従来、三相ブラシレスDCモータを高効率で駆動する制御方法としては、例えば特開平6-189584号公報のように、予め用意された位相補正テーブルを用いて回転数と負荷トルクから電流位相を決定するという方法がある。

**【0003】**

**【発明が解決しようとする課題】** 上記のような従来の三相ブラシレスDCモータの制御方法においては、モータを高効率で制御する電流位相は、位相補正テーブルを用いているため回転数と負荷トルクの組み合わせを限定しなければならず、想定外の組み合わせには対応することができないため、想定外の組み合わせにおいては高効率で駆動することができないという課題がある。

**【0004】**

**【課題を解決するための手段】** この課題を解決するために本発明は、速度制御部により演算された三相ブラシレスDCモータの電流指令値に対して、前記電流指令値と予め測定された前記三相ブラシレスDCモータのd軸インダクタンスとq軸インダクタンスとトルク定数と極対数とから前記三相ブラシレスDCモータの発生トルクが

最大となる電流位相を演算する電流位相演算部を設けることにより、いかなる範囲の必要とされる負荷トルクに対しても最小の電機子電流で前記三相ブラシレスDCモータを駆動することができる。

**【0005】**

**【発明の実施の形態】** 本発明の請求項1に記載の発明は、目標速度と位置センサから演算される三相ブラシレスDCモータの実速度との速度偏差により、モータの電流指令値を演算する速度制御部を用いる制御方法において、モータの電流指令値に対して、電流指令値と予め測定されたモータのd軸インダクタンスとq軸インダクタンスとトルク定数と極対数とから、モータの発生トルクが最大となる電流位相を演算するものであり、このようにして演算された電流位相にてモータを駆動することにより、電流位相はモータの電機子電流を最小とするところに収束し、いかなる負荷に対してもモータの銅損を最小とする電流位相にすることができ、モータを高効率で駆動することができるという作用がある。

**【0006】** 本発明の請求項2に記載の発明は、前記請求項1に記載された三相ブラシレスDCモータの実速度の変わりに、位置センサを用いず三相ブラシレスDCモータの各巻線に流れる電機子電流を電流センサにて等時間間隔で検出した検出電流値と、予め測定された三相ブラシレスDCモータのモータ定数を用いて三相ブラシレスDCモータをモデル化したものより演算されたモデル電流との誤差により、三相ブラシレスDCモータの回転子の推定位置と推定速度起電力を演算し、該推定速度起電力より推定速度を演算し、前記推定速度を用いて速度制御を行なう制御方法であって、モータを高効率で駆動することができるという作用がある。

**【0007】** 以下、本発明の実施の形態について、図1、図2を用いて説明する。図1は位置センサ17を用いた場合の本発明実施例の一つである概略ブロック図、図2は前記三相ブラシレスDCモータの発生トルクと電流位相と電流値の関係を表すグラフを示すものである。

**【0008】** 図1においては、三相ブラシレスDCモータ16に取り付けた位置センサ17より位置情報を検出する位置検出部があり、前記位置情報を用い実速度を演算する実速度演算部19があり、外部より与えられた目標速度と前記実速度との偏差を零とするように前記三相ブラシレスDCモータ16の電流指令値を演算する速度制御部11があり、前記電流指令値と前記三相ブラシレスDCモータ16のd軸インダクタンスとq軸インダクタンスとトルク定数と極対数を用いて前記電流指令値に対して前記三相ブラシレスDCモータ16の発生トルクが最大となる電流位相を演算する電流位相演算部12があり、前記電流位相と前記電流指令値とからd軸電流指令値とq軸電流指令値を演算する電流指令演算部13があり、前記三相ブラシレスDCモータ16のU相、V相、W相の各巻線に流れる電機子電流を電流センサにて

検出し、検出された位置情報からU相、V相、W相の検出電流を三相二相変換する三相二相変換演算部18があり、前記三相二相変換演算部18より演算されたd軸電流値とq軸電流値を得て、前記d軸電流指令値と前記d軸電流値との偏差と、前記q軸電流指令値と前記q軸電流値との偏差を零にするように前記三相ブラシレスDCモータ16のd軸電圧指令値とq軸電圧指令値を演算する電流制御部14があり、前記d軸電圧指令値と前記q軸電圧指令値を、U相電圧指令値、V相電圧指令値、W相電圧指令値として前記三相ブラシレスDCモータ16

$$\tau = K_t i_a \sqrt{1 - \sin^2 \beta} + P(2d - 2q) i_a \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \cdot \sin \beta$$

【0011】によって導かれる。ここで $\tau$ は前記三相ブラシレスDCモータの発生トルク、 $K_t$ は前記三相ブラシレスDCモータのトルク定数、Pは前記三相ブラシレスDCモータの極対数、L<sub>d</sub>は前記三相ブラシレスDCモータのd軸インダクタンス、L<sub>q</sub>は前記三相ブラシレスDCモータのq軸インダクタンス、i<sub>a</sub>は前記三相

$$\beta = \sin^{-1}((K_t - \sqrt{K_t^2 + 8P^2(2q - 2d)^2 i_a^2}) / (4P(2q - 2d) i_a))$$

【0013】である。また、図2には一定の負荷トルク $\tau L$ を記してある。例えば、前記三相ブラシレスDCモータの動作点がST1の状態であるとすると、この時の電流値はi<sub>a1</sub>であり、電流位相は $\beta_1$ である。次に前記電流値i<sub>a1</sub>と(数2)から前記三相ブラシレスDCモータの発生トルクが最大となる電流位相 $\beta_2$ を算出する。次に前記電流位相 $\beta_2$ にて前記三相ブラシレスDCモータを駆動すると、前記三相ブラシレスDCモータの動作点はST2の状態となり電流値i<sub>a2</sub>で駆動することになる。次に前記三相ブラシレスDCモータの発生トルクが最大となる電流位相を前記電流値i<sub>a2</sub>により再び演算すると電流位相は $\beta_3$ になる。前記電流位相 $\beta_3$ にて前記三相ブラシレスDCモータを駆動すると、前記三相ブラシレスDCモータの動作点はST3の状態になり電流値i<sub>a3</sub>で駆動することになる。前記電流値i<sub>a1</sub>、i<sub>a2</sub>、i<sub>a3</sub>の大小関係はi<sub>a1</sub> > i<sub>a2</sub> > i<sub>a3</sub>であり、前記負荷トルク $\tau L$ で前記三相ブラシレスDCモータを駆動する場合、最小の電流値i<sub>a3</sub>に収束することがわかる。

#### 【0014】

【発明の効果】以上のように請求項1記載の発明によれば、目標速度と位置センサを用いて演算された三相ブラシレスDCモータの実速度との速度偏差により、前記三相ブラシレスDCモータの電流指令値を演算する速度制御部を用いる制御方法で、前記電流指令値と、予め測定した前記三相ブラシレスDCモータのd軸インダクタン

スに電圧を印加する電圧印加部15がある。

【0009】次に図2を用いて一定の負荷トルクに対して、前記三相ブラシレスDCモータの電機子電流が最小となる電流位相に収束する様子を説明する。図2は二相軸上での各電流値における前記電流位相と前記三相ブラシレスDCモータの発生トルクとの関係を示すものであり、

#### 【0010】

##### 【数1】

ラシレスDCモータの二相軸上での電流、 $\beta$ は電流位相を示す。また、前記発生トルクが最大となる電流位相を演算する式は(数1)より導かれ、

#### 【0012】

##### 【数2】

$$\beta = \sin^{-1}((K_t - \sqrt{K_t^2 + 8P^2(2q - 2d)^2 i_a^2}) / (4P(2q - 2d) i_a))$$

20

スとq軸インダクタンスとトルク定数と極対数を用いて、前記三相ブラシレスDCモータの発生トルクが最大となる電流位相を演算することで、前記三相ブラシレスDCモータの電機子電流を最小にすることができる、その結果前記三相ブラシレスDCモータの銅損を最小にし高効率で駆動するという有利な効果が得られる。

【0015】また、請求項2記載の発明によれば、位置センサを用いざとも前記三相ブラシレスDCモータの推定速度を演算することによって目標速度との偏差を演算することができ、請求項1記載の発明と同様の有利な効果が得られる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による三相ブラシレスDCモータの制御方法を示すブロック図

【図2】電流位相と三相ブラシレスDCモータの発生トルクとの関係図

##### 【符号の説明】

1 1 速度制御部

1 2 電流位相演算部

1 3 電流指令演算部

1 4 電流制御部

1 5 電圧印加部

1 6 三相ブラシレスDCモータ

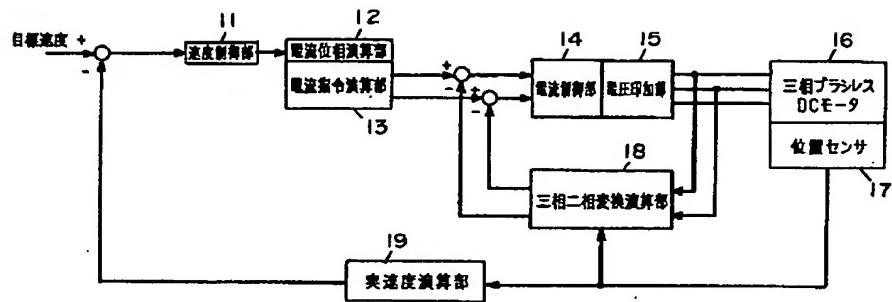
1 7 位置センサ

1 8 三相二相変換演算部

1 9 実速度演算部

40

【図1】



【図2】

